

# 重大突破! 我国将量子纠缠分发世界纪录提高一个数量级——

# “墨子号”卫星实现“一步千里”跨越

## 核心提示

潘建伟教授等人组成的中国科学院联合研究团队16日在合肥宣布,全球首颗量子科学实验卫星“墨子号”日前取得重大科研成果:首次实现千公里级别的“量子纠缠”。这一成果回答了爱因斯坦关于量子力学的“百年之问”。国际权威学术期刊《科学》以封面文章形式予以报道,称之为“里程碑式的研究”。

## 我国“墨子号”卫星实现千公里级量子纠缠分发

6月16日 中国科学技术大学研究团队宣布

利用“墨子号”量子科学实验卫星在国际上率先成功实现了千公里级的星地双向量子纠缠分发并于此基础上实现了空间尺度下严格满足“爱因斯坦定域性条件”的量子力学非定域性检验

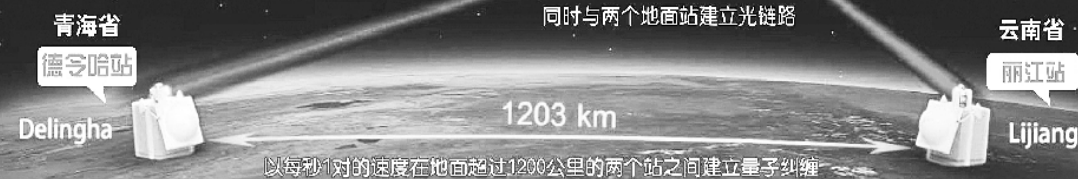
### 量子纠缠

被爱因斯坦称为“鬼魅般的超距作用”,它是两个或多个粒子共同组成的量子状态,无论粒子之间相隔多远,测量其中一个粒子必然会影响其他粒子,这被称为量子力学非定域性

在空间量子物理研究方面取得重大突破

### “墨子号”卫星过境时

示意图



这一重要成果为未来开展大尺度量子网络和量子通信实验研究以及开展外太空广义相对论、量子引力等物理学基本原理的实验检验奠定了可靠的技术基础

新华社

## 中国正在挺进量子研究的最前沿

加拿大滑铁卢大学量子技术专家延内魏因说,国际上确实存在量子科研竞赛。这个中国团队已克服了好几个重大技术与科学挑战,清楚地表明了他们在量子通信领域处于世界领先地位。

据了解,类似的实验,欧盟、加拿大、日本都有科学家在呼吁和推进,或因技术积累不够,或因资金支持不够,目前进展缓慢。

“这是我目前为止做过的最好的科学成果。”潘建伟说。他把量子研究的突飞猛进归功于中国“集中力量办大事”的优势:中科院上海技术物理研究所、微小卫星创新研究院、光电技术研究所、国家天文台、紫金山天文台、国家空间科学中心……“墨子号”卫星的每一个部件都凝聚了各个科研机构的心血。

以量子卫星的最新实验成果为代表,中国正在挺进量子研究的最前沿。今年5月,潘建伟团队研发的世界上第一台超越早期经典计算机的光量子计算机问世。未来不久,将构建起全球首个天地一体化的实用性广域量子通信网络。

去年年末,英国政府发布的《量子时代的技术机遇》报告中统计,中国在量子科技的论文发表上排在全球第一、专利应用排名第二。在“第二次量子革命”的起步阶段,中国异军突起进入“领跑阵营”。

国家战略的支持,让中国的量子科研工作者更加坚定信心。多位量子科研领军学者认为,“第二次量子革命”将带来巨大的技术和应用前景,也给我们带来了从跟随者、模仿者转变为未来信息技术引领者的重大机遇。

太空之中,“墨子号”仍在不知疲倦地绕地旋转。除了量子纠缠分发之外,高速星地量子密钥分发、地星量子隐形传态等重要科学实验也在紧张顺利地进行中。潘建伟说,预计今年会有更多的科学成果陆续发布。

这是“墨子号”的最大成果吗?彭承志表示,这是量子卫星上天以来迄今为止的最大成果,除了量子纠缠分发实验外,“墨子号”的其他科学实验任务也在紧张进行中。这个成果将来最直接的一个应用,基于所实现的千公里纠缠分发,可以在两地之间直接建立安全密钥,这是目前无须借助可信中继,在千公里的距离建立安全量子密钥的唯一方式;另一个直接的应用是利用纠缠分发来实现量子隐形传态方案,用于量子态的远程制备和操纵,在分布式量子网络中非常有用。下一步我们要在提升卫星的覆盖范围上攻关,通过高轨卫星或者“量子星座”网络的方式,解决目前只能在地影区工作的限制,最终能够实现全天时的量子通信网络。⑥6

据新华社

## 首次实现千公里级别的“量子纠缠”

中国科学技术大学潘建伟教授及其同事彭承志等组成的研究团队16日宣布,在中国科学院空间科学战略性先导科技专项的支持下,利用“墨子号”量子科学实验卫星在国际上率先成功实现了千公里级的星地双向量子纠缠分发,并于此基础上实现了空间尺度下严格满足“爱因斯坦定域性条件”的量子力学非定域性检验,在空间量子物理研究方面取得重大突破。

得重大突破。

国际权威学术期刊《科学》以封面论文的形式发表了该成果,审稿人称该成果是“兼具潜在在实际应用和基础科学研究重要性的重大技术突破”。

这篇题为《基于卫星的纠缠分发距离超过1200公里》的论文说,通过“墨子号”向地面发射光子,每对处于纠缠状态的光子中的一个发向青海德令哈站,另一个发向

云南丽江站,两个地面站之间的距离达到1203公里。这是世界上首次实现千公里量级的量子纠缠。

“墨子号”科学应用系统总设计师彭承志说:“这是量子卫星上天以来迄今为止发布的最大成果。”

要让量子通信实用化,需要实现量子纠缠的远距离分发。但量子地面传输无论通过光纤或大气都有较大信号损耗,此前

国内外地面实验的分发距离一直停留在百公里量级。

解决这个问题有一个有效办法就是利用卫星向地面分发。作为世界首颗量子科学实验卫星,“墨子号”星地纠缠分发的传输衰减仅是同样距离地面衰减的万亿分之一。但这种对精度要求极高,好比从万米高空飞机上扔下一连串硬币,在地面用存钱罐接住。

## “是纠缠分发技术的一个真正突破”

量子纠缠被爱因斯坦称为“鬼魅般的超距作用”,它是两个或多个粒子共同组成的量子状态,无论粒子之间相隔多远,测量其中一个粒子必然会影响其他粒子,这被称为量子力学非定域性。

量子纠缠所体现的非定域性是量子力学最神奇的现象之一,但由于量子纠缠非常脆弱,会随着光子在光纤内或者地表大气中的传输距离而衰减,以往国际学界的量子纠缠分发实验只停留在百公里的距离。

量子纠缠“鬼魅般的超距作用”在更远的距离上是否仍然存在?会不会受到引力等其他因素的影响?中科大潘建伟等人组成的团队联合中科院上海技术物理研究所王建宇研究组、微小卫星创新研究院、光电技术研究所、国家天文台、紫金山天文台、国家空间科学中心等,利用“墨子号”量子科学实验卫星进行了实验验证。

“墨子号”卫星过境时,同时与青海德令哈站和云南丽江站两个地面站建立光链路,以每秒1

对的速度在地面超过1200公里的两个站之间建立量子纠缠。在关闭局域性漏洞和测量选择漏洞的条件下,获得的实验结果以4倍标准偏差违背了贝尔不等式,即在千公里的空间尺度上实现了严格满足“爱因斯坦定域性条件”的量子力学非定域性检验。中国科学家用严格的科学实证,回答了爱因斯坦的“百年之问”。

“这项工作就是纠缠分发技术的一个真正突破,”美国麻省理工学院凯克极限量子信息理论

中心主任塞思·劳埃德告诉新华社记者,“这项实验表明远距离量子通信确实技术上可行,让人们看到了在不久的将来构建远程量子通信的希望。”

进入千公里数量级,是一个质的飞跃。2003年开始,潘建伟团队就开始实验长距离量子纠缠。从13公里到100公里,他的团队一步一步走来,始终处于国际引领位置。最终通过太空中的“墨子号”卫星,把科学家一直假想的实验变成了现实。